

X09a 重力多体シミュレーション専用計算機 GRAPE-6 の開発

福重俊幸、牧野淳一郎 (東大総合文化)

1997年度から5年計画で、自己重力多体系シミュレーション専用計算機 GRAPE-6 システムを開発している。これは、日本学術振興会の未来開拓学術研究推進事業「計算科学」分野の「次世代超並列計算機開発」プロジェクトのなかの2つのテーマのなかの一つとして採択されたものである。GRAPE-6は、100-200テラフロップス程度の性能をもつ重力相互作用専用計算機、問題によるが1-3テラフロップス程度の性能をもつ再構成可能論理(FPGA)を使った多用途粒子系向け計算機と、それらを統合する汎用計算機からなる。計算機自体は2000年度中に完成する予定である。

今回の発表では、主に重力相互作用専用計算機のパイプライン演算チップ(G6 Chip)の構成について述べる。演算チップは現在、詳細設計がほぼ終了、サンプルチップが本年中には出来上がってくる予定である。

G6 Chipの演算方式等はGRAPE-4の演算パイプラインと基本的には同じである。GRAPE-4チップとの違いをまとめると以下のようになる。

- 演算パイプラインを実効1/3本から6本と18倍に増やす。
- クロックを32MHzから100MHz(最悪値)と3倍に上げる。
- 予測子パイプライン、ネイバースト用メモリ、メモリ制御回路を1チップに集積する。

動作速度、集積度の向上は、GRAPE-4チップの $1\mu\text{m}$ から $0.25\mu\text{m}$ と微細化した製造技術を使うことで可能になった。この微細化により、パイプライン本数を増やすだけでなく、GRAPE-4のプロセッサボードで実現していた機能(メモリを除く)をすべて1チップに集積できた。このため、システム全体の構成をGRAPE-4に比べて単純化できる。

今後はG6チップ2個とメモリを載せたプロセッサモジュールの開発を進める。最終的には、このモジュール2000個程度からなる全体のシステムを組み上げて、100-200テラフロップス程度の演算性能を目指す。